

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-245209  
(43)Date of publication of application : 19.09.1995

(51)Int.Cl.

H01F 1/24  
B22F 1/02  
B22F 3/02  
H01F 41/02

(21)Application number : 06-056695  
(22)Date of filing : 02.03.1994

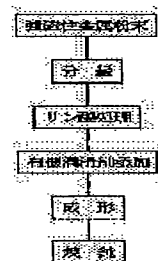
(71)Applicant : TDK CORP  
(72)Inventor : KAJITA ASAKO  
KARATSU SHINKO

## (54) DUST CORE AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To reduce an eddy current loss and also increase mechanical strength by a method wherein a ferromagnetic metal powder composed of ferromagnetic metal particles that phosphoric acid is deposited to the surface is pressed and molded.

**CONSTITUTION:** This embodiment has at least a phosphoric acid processing step of depositing phosphoric acid to the surface of ferromagnetic metal particles; and a molding step of pressing and molding a ferromagnetic metal powder composed of ferromagnetic metal particles to which phosphoric acid is deposited. In the phosphoric acid processing step, after processing liquid melting phosphoric acid comes into contact with the ferromagnetic metal powder, the ferromagnetic metal powder is dried. Thus, phosphoric acid is deposited to the surface of the ferromagnetic metal particles. After the phosphoric acid processing step, before the molding step, an organic lubricant adding step of mixing the ferromagnetic metal powder with a solid organic lubricant at a room temperature is preferably provided. In the molding step, the ferromagnetic metal powder is processed to mold a desired shape. An applicable core shape is not particularly limited, but as the mechanical strength can be enhanced, this embodiment is particularly suitable for a core having an E-shaped core half body.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.12.2000  
[Date of sending the examiner's decision of rejection] 15.04.2003  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]

(51) Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 F 1/24				
B 2 2 F 1/02	E			
3/02				

H 0 1 F 1/ 24	
B 2 2 F 3/ 02	M
審査請求 未請求 請求項の数13	F D (全 8 頁) 最終頁に続く

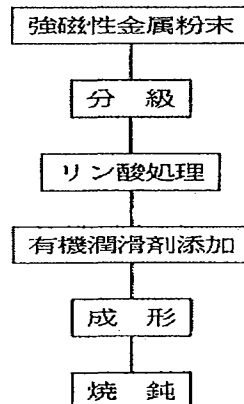
(21) 出願番号	特願平6-56695	(71) 出願人	000003067 ティーディーケイ株式会社 東京都中央区日本橋1丁目13番1号
(22) 出願日	平成6年(1994)3月2日	(72) 発明者	梶田 朝子 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内
		(72) 発明者	唐津 真弘 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 石井 陽一

(54) 【発明の名称】 圧粉コアおよびその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 強磁性金属粉末を加圧成形した圧粉コアにおいて、渦電流損を小さくし、しかも機械的強度を高くする。

【構成】 強磁性金属粒子の表面にリン酸を付着させるリン酸処理工程と、リン酸が付着した強磁性金属粒子からなる強磁性金属粉末を加圧成形する成形工程とを有する圧粉コアの製造方法。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 強磁性金属粒子の表面にリン酸を付着させるリン酸処理工程と、リン酸が付着した強磁性金属粒子からなる強磁性金属粉末を加圧成形する成形工程とを有することを特徴とする圧粉コアの製造方法。

【請求項 2】 リン酸処理工程において、リン酸が溶解している処理液と強磁性金属粉末とを接触させた後、強磁性金属粉末を乾燥させる請求項 1 の圧粉コアの製造方法。

【請求項 3】 強磁性金属粉末に対するリン酸の比率が 0.1～2 重量%である請求項 1 または 2 の圧粉コアの製造方法。

【請求項 4】 リン酸処理工程と成形工程との間に、強磁性金属粉末と常温で固体の有機潤滑剤とを混合する有機潤滑剤添加工程を有する請求項 1～3 のいずれかの圧粉コアの製造方法。

【請求項 5】 常温で固体の有機潤滑剤として、脂肪酸、脂肪酸金属塩およびワックスから選択される少なくとも 1 種を用いる請求項 4 の圧粉コアの製造方法。

【請求項 6】 強磁性金属粉末に対する常温で固体の有機潤滑剤の比率が 0.1～1 重量%である請求項 4 または 5 の圧粉コアの製造方法。

【請求項 7】 成形工程後に、強磁性金属粒子の焼鈍工程を有する請求項 1～6 のいずれかの圧粉コアの製造方法。

【請求項 8】 平均粒子径が 50  $\mu\text{m}$  以下であり、粒子径が 125  $\mu\text{m}$  以上の強磁性金属粒子の個数が 10% 以下である強磁性金属粉末を用いる請求項 1～7 のいずれかの圧粉コアの製造方法。

【請求項 9】 前記強磁性金属粉末中において、粒子径が 90  $\mu\text{m}$  以上の強磁性金属粒子の個数が 2% 以上である請求項 8 の圧粉コアの製造方法。

【請求項 10】 表面にリン酸が付着した強磁性金属粒子からなる強磁性金属粉末を含むことを特徴とする圧粉コア。

【請求項 11】 前記強磁性金属粉末の平均粒子径が 50  $\mu\text{m}$  以下であり、前記強磁性金属粉末中において、粒子径が 125  $\mu\text{m}$  以上の強磁性金属粒子の個数が 10% 以下である請求項 10 の圧粉コア。

【請求項 12】 前記強磁性金属粉末中において、粒子径が 90  $\mu\text{m}$  以上の強磁性金属粒子の個数が 2% 以上である請求項 11 の圧粉コア。

【請求項 13】 E 型のコア半体を有する請求項 10～12 のいずれかの圧粉コア。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、各種電気・電子機器に用いられる圧粉コアと、その製造方法とに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、電気・電子機器の小型化がすす

み、小型で高効率の圧粉コアが要求されている。圧粉コアの材料にはフェライト粉末や強磁性金属粉末が用いられている。強磁性金属粉末はフェライト粉末に比べ飽和磁束密度が高いが、抵抗率が低いため渦電流損が大きくなる。このため、強磁性金属粒子表面には、通常、絶縁膜が形成される。絶縁膜としては、水ガラスの被膜が一般的である（特開昭 56-155510 号公報等）。

【0003】 しかし、表面に水ガラス被膜を形成した強磁性金属粒子を用いた場合、コアの機械的強度が低下するという問題がある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、強磁性金属粉末を加圧成形した圧粉コアにおいて、渦電流損を小さくし、しかも機械的強度を高くすることを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 このような目的は、下記（1）～（13）の構成により達成される。

（1） 強磁性金属粒子の表面にリン酸を付着させるリン酸処理工程と、リン酸が付着した強磁性金属粒子からなる強磁性金属粉末を加圧成形する成形工程とを有することを特徴とする圧粉コアの製造方法。

（2） リン酸処理工程において、リン酸が溶解している処理液と強磁性金属粉末とを接触させた後、強磁性金属粉末を乾燥させる上記（1）の圧粉コアの製造方法。

（3） 強磁性金属粉末に対するリン酸の比率が 0.1～2 重量%である上記（1）または（2）の圧粉コアの製造方法。

（4） リン酸処理工程と成形工程との間に、強磁性金属粉末と常温で固体の有機潤滑剤とを混合する有機潤滑剤添加工程を有する上記（1）～（3）のいずれかの圧粉コアの製造方法。

（5） 常温で固体の有機潤滑剤として、脂肪酸、脂肪酸金属塩およびワックスから選択される少なくとも 1 種を用いる上記（4）の圧粉コアの製造方法。

（6） 強磁性金属粉末に対する常温で固体の有機潤滑剤の比率が 0.1～1 重量%である上記（4）または（5）の圧粉コアの製造方法。

（7） 成形工程後に、強磁性金属粒子の焼鈍工程を有する上記（1）～（6）のいずれかの圧粉コアの製造方法。

（8） 平均粒子径が 50  $\mu\text{m}$  以下であり、粒子径が 125  $\mu\text{m}$  以上の強磁性金属粒子の個数が 10% 以下である強磁性金属粉末を用いる上記（1）～（7）のいずれかの圧粉コアの製造方法。

（9） 前記強磁性金属粉末中において、粒子径が 90  $\mu\text{m}$  以上の強磁性金属粒子の個数が 2% 以上である上記（8）の圧粉コアの製造方法。

（10） 表面にリン酸が付着した強磁性金属粒子からなる強磁性金属粉末を含むことを特徴とする圧粉コア。

（11） 前記強磁性金属粉末の平均粒子径が 50  $\mu\text{m}$

以下であり、前記強磁性金属粉末中において、粒子径が125 $\mu\text{m}$ 以上の強磁性金属粒子の個数が10%以下である上記(10)の圧粉コア。

(12) 記強磁性金属粉末中において、粒子径が90 $\mu\text{m}$ 以上の強磁性金属粒子の個数が2%以上である上記(11)の圧粉コア。

(13) E型のコア半体を有する上記(10)～(12)のいずれかの圧粉コア。

【0006】

【作用および効果】本発明では、表面にリン酸を付着させた強磁性金属粒子からなる粉末を加圧成形して圧粉コアを製造する。粒子表面に付着したリン酸は、粒子間を電気的に絶縁する作用を示す。従来、絶縁膜としては水ガラス被膜が多用されており、この水ガラス被膜がコアの機械的強度を低下させる原因となっているが、本発明にしたがって強磁性金属粒子表面にリン酸を付着させた場合には、水ガラス被膜を形成した粒子を用いたときよりも高い強度が得られるのはもちろん、未処理のときよりも高い機械的強度が得られる。すなわち、粉末にリン酸処理を施すことにより、損失が減少すると共に機械的強度も向上する。

【0007】また、水ガラスを用いる場合には、水ガラス被膜形成後に、互いに固着した粒子を解砕する必要があるが、リン酸処理では粒子の固着は生じないので、解砕工程を設ける必要がない。このため、本発明により生産性も改善される。

【0008】粒子表面にリン酸を付着させることにより絶縁効果が生じ、渦電流損は十分に低くなるが、平均粒子径および粒度分布が上記した範囲の強磁性金属粉末、すなわち、圧粉コアに従来の用いられているものよりも小径の強磁性金属粉末を用いれば、渦電流損はさらに低くなる。

【0009】なお、特開平1-294804号公報には、強磁性金属粉末を鉍酸処理する方法が開示されている。しかし、同公報記載の鉍酸処理は、強磁性金属粒子表面の凸部を除去するためのものであり、実際、同公報に具体的に開示されている鉍酸は、塩酸、硝酸、硫酸だけであり、弱酸であるリン酸については開示がない。しかも、同公報において粒子表面に水ガラス等の絶縁層を形成していることから明らかなように、塩酸等の強酸で処理する方法は粒子間の絶縁確保に全く効果がないので、同公報記載の鉍酸処理は本発明におけるリン酸処理とは全く異なる。

【0010】

【具体的構成】以下、本発明の具体的構成について詳細に説明する。

【0011】本発明の圧粉コアの製造方法の主要な構成を、図1に示す。この方法は、強磁性金属粒子の表面にリン酸を付着させるリン酸処理工程と、リン酸が付着した強磁性金属粒子からなる強磁性金属粉末を加圧成形す

る成形工程とを少なくとも有する。

【0012】強磁性金属粒子としては、Fe系強磁性金属からなる粒子を用いることが好ましい。Fe系強磁性金属としては、Fe、Fe-Al-Si（センダスト）、Fe-Ni（パーマロイ）、Fe-Co、Fe-Si、Fe-P、Fe-Mo-Ni（スーパーマロイ）等の少なくとも1種であり、これらから適宜選択すればよい。渦電流損を少なくするためには、強磁性金属粉末の平均粒子径を好ましくは50 $\mu\text{m}$ 以下、より好ましくは40 $\mu\text{m}$ 以下とし、さらに、粉末中における粒子径125 $\mu\text{m}$ 以上の強磁性金属粒子の個数を、好ましくは10%以下、より好ましくは5%以下とする。ただし、粒子径が90 $\mu\text{m}$ 以上の粒子の個数は、好ましくは2%以上、より好ましくは5%以上であり、好ましくは20%以下、より好ましくは15%以下である。粒子径90 $\mu\text{m}$ 以上の大径粒子をあえて混在させるのは、粉末の流動性を確保して成形性を向上させるためである。粒子径90 $\mu\text{m}$ 以上の粒子の混在率が2%以上、特に5%以上であれば、流動性が大幅に向上し、しかも粒子径90 $\mu\text{m}$ 以上の粒子を含まない粉末を用いた場合に比べ、コアロスの増加はほとんどない。

【0013】なお、平均粒子径の下限は特に設けないが、平均粒子径が10 $\mu\text{m}$ 未満であると圧粉が困難になることから、平均粒子径は一般に10 $\mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。

【0014】本明細書における平均粒子径とは数平均粒子径D<sub>50</sub>を意味し、強磁性金属粉末を構成する粒子の数を粒径の小さい方から積算し、この積算値が粉末全体の粒子数の50%に達したときの粒子の径である。この場合の粒子径は、光散乱法を用いた粒度分析計で測定した粒子径である。光散乱法を用いた粒度分析とは、試料を例えば循環しながらレーザー光やハロゲンランプ等を光源としてフランホーファ回折あるいはミイ散乱を利用し、粒度分布を測定するものである。この詳細は、例えば「粉体と工業」VOL. 19 No. 7(1987)に記載されている。上記D<sub>50</sub>は、このような粒度分析計により得られた粒度分布により決定することができる。また、粒子径90 $\mu\text{m}$ 以上の粒子の割合や粒子径125 $\mu\text{m}$ 以上の粒子の割合も、このようにして得られた粒度分布から求めることができる。

【0015】粉末の粒度分布の制御にはフルイなどによる分級を用いてもよく、所望の粒度分布をもつ市販の粉末を利用してよい。

【0016】強磁性金属粉末の製造方法は特に限定されず、水アトマイズ法、ガスアトマイズ法等のアトマイズ法や、冷却基体を用いた急冷凝固法、還元法などから適宜選択すればよい。水アトマイズ法では、ノズルから流下させた原料合金の溶湯に高圧水を噴射して冷却し、凝固・粉末化する。粉末化は、粉末の酸化を防ぐために非酸化性雰囲気で行なうことが好ましい。

【0017】なお、本発明では、必要に応じて強磁性金属粒子を偏平化してもよい。トロイダル状のコアや、E型コアであってすべての足が直方体状であるものなどでは、使用時の磁路方向に対し垂直な方向に加圧して成形するいわゆる横押し成形が可能である。横押し成形では、圧粉コア中において偏平状粒子の主面を磁路とほぼ平行とすることが容易であるため、偏平状粒子を用いることにより容易に透磁率を向上させることができる。偏平化手段は特に限定されないが、ボールミル、ロッドミル、振動ミル、アトリションミル等の圧延・剪断作用をもつ手段を用いることが好ましい。偏平化率は特に限定されないが、通常、アスペクト比（径／厚さ）で5～15程度とすることが好ましい。

【0018】一方、横押し成形が不可能なコア、例えば、E型コアであっても足の断面外形の少なくとも一部が弧状であるものなど（いわゆるEPC型コアやER型コアに用いるコア半体など）では、成形時の加圧方向が足の軸方向（磁路方向）と一致するいわゆる縦押し成形を用いる。縦押し成形では、偏平状粒子を用いる利点はないため、水アトマイズ法やガスアトマイズ法などで得られる不定形状や球状の粒子をそのまま用いることが好ましい。

【0019】本発明では、成形前に強磁性金属粉末にリン酸処理を施す。リン酸処理工程では、リン酸が溶解している処理液と強磁性金属粉末とを接触させた後、強磁性金属粉末を乾燥させる。これにより、強磁性金属粒子表面にはリン酸が付着する。

【0020】本発明では、通常、リン酸としてオルトリン酸および／または二リン酸（ピロリン酸）を用いる。リン酸処理後に焼鈍処理を行なった場合、強磁性金属粒子表面のオルトリン酸や二リン酸が脱水縮合し、少なくとも一部がより重合度の高いポリリン酸に変化すると考えられるが、本発明ではリン酸処理後に焼鈍処理を行なった場合でも行なわない場合でも、リン酸処理による効果は実現する。

【0021】なお、粒子表面のリン酸の存在形態は明らかではないが、リン酸処理により粒子間の絶縁性が著しく高くなることから、粒状のリン酸が粒子表面に比較的高密度で存在しているか、あるいは粒子表面にリン酸被膜が形成されていると考えられる。特に、オルトリン酸の熱処理により生成する二リン酸は、通常、ガラス状または結晶状であるため、焼鈍処理後には粒子表面で膜状化していると考えられる。

【0022】リン酸の使用量は、強磁性金属粉末に対し好ましくは0.1～2重量％、より好ましくは0.3～0.9重量％である。リン酸の使用量が少なすぎるとリン酸処理による効果が不十分となり、使用量が多すぎるとコアの透磁率が低くなってしまう。

【0023】処理液調製に際して用いるリン酸の溶媒は特に限定されないが、強磁性金属粒子の酸化を防ぐため

には有機溶媒を用いることが好ましい。具体的には、アルコールやエーテル等の各種有機溶媒を用いることができるが、沸点等が適当で溶媒蒸発工程での作業が容易であることから、メタノール、エタノール、1-プロパノール、2-プロパノール（IPA）等のアルコール系溶媒を用いることが好ましい。

【0024】処理液中のリン酸の濃度は特に限定されず、強磁性金属粉末と処理液との混合が容易に行なえ、かつ、溶媒の蒸発が迅速に行なえるように適宜設定すればよいが、通常、10～100g/l程度とすることが好ましい。

【0025】強磁性金属粉末を処理液と接触させた後、溶媒を蒸発させることにより、強磁性金属粒子表面にはリン酸が付着する。溶媒の蒸発には、加熱および／または減圧を利用することが好ましい。そして、溶媒蒸発後、100～150℃で5～12時間程度加熱することにより、強磁性金属粉末をほぼ完全に乾燥させることができる。粉末をほぼ完全に乾燥させることにより、透磁率の周波数特性の劣化および渦電流損の増加を防ぐことができる。これは、加熱乾燥によりリン酸の付着強度が向上して、成形の際の絶縁破壊が抑えられるためと考えられる。

【0026】リン酸処理工程後、成形工程の前に、強磁性金属粉末と常温で固体の有機潤滑剤とを混合する有機潤滑剤添加工程を設けることが好ましい。常温で固体の有機潤滑剤は、成形時の粒子間の潤滑性を高めたり、金型からの離型性を向上させたりする。常温で固体の有機潤滑剤としては、脂肪酸、脂肪酸金属塩、ワックス等の少なくとも1種を用いることが好ましい。脂肪酸としては、炭素数10以上の直鎖飽和高級脂肪酸、例えば、ステアリン酸、パルミチン酸、ミリスチン酸等が挙げられるが、入手が容易で扱いやすいことから、特にステアリン酸またはこれを主体とする混合物を用いることが好ましい。脂肪酸金属塩としては、前記各高級脂肪酸の金属塩が好ましく、また、無毒性の点で、亜鉛塩、カルシウム塩またはマグネシウム塩が好ましい。具体的には、入手が容易で扱いやすいことから、ステアリン酸の金属塩またはこれを主体とする混合物が好ましい。有機潤滑剤の添加量は、強磁性金属粉末に対し好ましくは0.1～1重量％、より好ましくは0.3～0.5重量％である。有機潤滑剤の添加量が少なすぎると添加による効果が不十分となり、また、焼鈍処理の際に強磁性金属粉末の焼結が進んで絶縁破壊が生じ、渦電流損が増大しやすい。一方、有機潤滑剤の添加量が多すぎると、コアの透磁率が低くなってしまう他、コアの強度が低くなってしまう。

【0027】成形工程では、強磁性金属粉末を加圧して所望の形状に成形する。本発明が適用されるコア形状は特に限定されず、いわゆるトロイダル型、EE型、EI型、ER型、EPC型、ドラム型、ポット型、カップ型

等の各種形状のコアの製造に本発明は適用できるが、本発明では機械的強度を著しく向上させることができるので、折損しやすいE型のコア半体を有するコアに本発明は特に好適である。成形条件は特に限定されず、強磁性金属粒子の種類や形状、寸法、目的とするコア形状やコア寸法、コア密度などに応じて適宜決定すればよいが、通常、最大圧力は $6 \sim 20 \text{ t/cm}^2$ 程度、最大圧力に保持する時間は $0.1$ 秒間 $\sim 1$ 分間程度とする。

【0028】成形後には、焼鈍処理を施すことが好ましい。焼鈍処理は、成形の際に強磁性金属粒子に生じたストレスを解放するためのものであり、粒子を機械的に偏平化した場合には、それによるストレスも解放することができる。また、焼鈍処理により成形体の密度が増大して機械的強度が向上する。焼鈍処理の条件は、強磁性金属粒子の種類や、成形条件、偏平化条件などに応じて適宜決定すればよいが、保持温度は好ましくは $300 \sim 600^\circ\text{C}$ 、より好ましくは $400 \sim 500^\circ\text{C}$ とし、温度保持時間は好ましくは $30$ 分間 $\sim 2$ 時間とする。処理温度が低すぎると焼鈍が不十分となり、高すぎると粉末が焼結しやすくなる。焼鈍処理の際には、上記した有機潤滑剤は、通常、その一部が揮発する。

【0029】成形後、あるいは焼鈍処理後に、必要に応じて、巻線やコア半体同士の組み付け、ケース装入などを行なう。

【0030】

【実施例】以下、本発明の具体的実施例を示し、本発明をさらに詳細に説明する。

【0031】＜実施例1＞水アトマイズ法により製造した鉄粉をフルイにより分級して、数平均粒子径 $D_{50}$ が $3.3 \mu\text{m}$ 、粒子径が $12.5 \mu\text{m}$ 以上の粒子の数が $0\%$ 、粒子径が $90 \mu\text{m}$ 以上の粒子の数が $7\%$ である鉄粉を得た。鉄粉の粒度分布は、光散乱を利用した粒度分析計（日機装（株）製マイクロトラック粒度分析計）により測定した。次に、IPAにリン酸（オルトリン酸）を溶解して、リン酸濃度の異なる複数の処理液を調製した。処理液のリン酸濃度は、 $10 \sim 115 \text{ g/l}$ の範囲とした。各処理液を攪拌しながら、分級した鉄粉を各処理液中に投入した。IPAの使用量は投入する鉄粉の $15$ 重量%とした。表1に、鉄粉に対するリン酸の使用量を示す。鉄粉投入後も室温で $30$ 分間攪拌を続けた後、さらに攪拌を続けながらウォーターバス上でIPAを蒸発させた。次いで、鉄粉をステンレスバットに展開し、オーブンにより $120^\circ\text{C}$ で $12$ 時間乾燥させた。

【0032】なお、比較のために、リン酸処理を施さない鉄粉も用意した。

【0033】リン酸処理前の鉄粉の走査型電子顕微鏡写真を図2に、リン酸処理（リン酸 $0.6$ 重量%）後の鉄

粉の走査型電子顕微鏡写真を図3に示す。図2では、水アトマイズ法に由来する鉄粒子表面の凹凸が明瞭に認められるが、リン酸処理後の図3では、図2に比べ粒子表面が滑らかになっていることがわかる。しかし、図5に示すように、リン酸処理後の鉄粒子表面の拡大写真では、粒子表面に微小な粒状物が存在することがわかる。この微小な粒状物はリン酸処理前の鉄粒子表面の拡大写真（図4）にはみられなかったものであり、また、処理液のリン酸濃度の増大に伴ってこの粒状物の存在密度は高くなる。

【0034】次に、リン酸処理後の鉄粉に、常温で固体の有機潤滑剤としてステアリン酸亜鉛を混合し、表1に示す各成形材料を得た。鉄粉に対するステアリン酸亜鉛の添加量を表1に示す。

【0035】なお、比較のために、リン酸処理の代わりに鉄粉に水ガラス被膜を形成し、その他は上記と同様にして成形材料を作製した。水ガラス被膜は、以下のようにして形成した。まず、水ガラスを等量の水で希釈して処理液を調製し、この処理液を攪拌しながら鉄粉を投入した。次いで、温風乾燥機（ $120^\circ\text{C}$ ）により鉄粉を乾燥した後、整粒機で解砕した。鉄粉に対する水ガラスの使用量は $6$ 重量%、ステアリン酸亜鉛の使用量は $0.4$ 重量%とした。

【0036】各成形材料を $10 \text{ t/cm}^2$ の圧力で加圧成形し、トロイダル状（外径 $14 \text{ mm}$ 、内径 $8 \text{ mm}$ 、高さ $2.6 \text{ mm}$ ）の圧粉コアとした。次いで、各コアに焼鈍処理（ $400^\circ\text{C}$ に $0.5$ 時間保持）を施した。焼鈍処理後の各コアの密度を表1に示す。また、焼鈍処理後に、表1の成形材料No. 4-3を用いたコアを、高さ方向を含む断面が露出するように切断し、断面を研磨した後、走査型電子顕微鏡写真を撮影した。この写真を図6に示す。

【0037】焼鈍処理後の各コアについて、以下の特性を測定した。結果を表1に示す。

初透磁率

$100 \text{ kHz}$  および  $1 \text{ MHz}$  のそれぞれにおける初透磁率を求めた。

直流重量特性

磁界強度 $1000 \text{ A/m}$  または  $6000 \text{ A/m}$  に相当するバイアス電流を流し、 $100 \text{ kHz}$  における透磁率を求めた。

コアロス

$100 \text{ kHz}$ 、 $0.1 \text{ T}$ におけるコアロスを求めた。

圧壊強度

コアの直径方向に力を加え、コアが破壊されたときの力を圧壊強度とした。

【0038】

【表1】

表 1

トロイダルコア									
成形材料 No.	リン酸 (重量%)	スチレン 酸亜鉛 (重量%)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	透 磁 率				コアロス 100kHz (kW/m <sup>2</sup> )	圧壊強度 (kgf)
				初速透磁率		直流重量特性100kHz			
				100kHz	1MHz	1000A/m	5000A/m		
1-1 (比較)	—	0.3	7.59	103	34	94	39	11350	2.8
1-2 (比較)	—	0.4	7.60	99	35	90	39	8770	2.5
1-3 (比較)	—	0.5	7.56	95	34	86	37	8050	2.2
1-4 (比較)	—	0.6	7.60	92	32	84	36	7620	2.0
1-5 (比較) 水ガラス 6		0.4	7.30	106	86	98	34	3030	8.5
2	0.2	0.3	7.59	111	86	98	40	3360	9.8
3-1	0.4	0.3	7.59	107	96	97	43	2740	17.9
3-2	0.4	0.4	7.56	102	96	94	44	2510	11.9
3-3	0.4	0.5	7.59	100	95	93	45	2470	10.1
3-4	0.4	0.6	7.53	95	91	89	47	2460	6.6
4-1	0.6	0.3	7.53	94	86	88	46	2870	24.5
4-2	0.6	0.4	7.57	93	89	87	47	2560	19.6
4-3	0.6	0.5	7.50	90	86	85	47	2570	16.5
4-4	0.6	0.6	7.49	86	83	82	48	2530	9.4
5-1	0.8	0.3	7.50	85	81	81	48	2810	25.1
5-2	0.8	0.4	7.50	84	80	80	48	2740	23.3
5-3	0.8	0.5	7.47	82	79	79	48	2690	20.8
5-4	0.8	0.6	7.47	81	78	77	48	2680	17.8
6-1	1.0	0.3	7.48	78	75	75	49	2930	25.3
6-2	1.0	0.4	7.44	76	74	73	48	2800	23.6
6-3	1.0	0.5	7.42	76	73	73	48	2820	23.0
6-4	1.0	0.6	7.43	75	72	72	49	2720	19.7
7	2.3	0.4	7.35	55	53	55	48	2810	25.5

【0039】表1に示される結果から本発明の効果が明らかである。すなわち、リン酸処理を施さない成形材料(No. 1-1~1-4)を用いたコアおよび水ガラス被膜を形成した成形材料(No. 1-5)を用いたコアに対し、リン酸処理を施した成形材料を用いたコアでは、コアロスが著しく低くなると共に圧壊強度が著しく向上している。また、上記各コアと同形状かつ同寸法のフェライトコアを作製し、これについても圧壊強度を測定したところ、15kgfであったので、本発明によりフェライトコアと同等以上の機械的強度を示す圧粉コアが得られることがわかる。

【0040】＜実施例2＞実施例1で用いた成形材料No. 1-5(水ガラス被膜)、3-2、4-2、5-2をそれぞれ用い、E型のコア半体(形状および寸法は、E-10、2-5、50-4、70(JIS C 2514-1989))を作製した。また、比較のために、同形状および同寸法のフェライトコア半体を作製した。成形圧力は10t/cm<sup>2</sup>とし、成形後に400℃で0.5時間の焼鈍処理を施した。

【0041】これらのコア半体について、JIS C 2514-1989の「M強度」に準じて強度試験を行ない、コアを破壊させるために必要な力を調べた。結果を表2に示す。なお、M強度測定試験では、通常、E型コアの外足の付け根付近が破壊する。

【0042】

【表2】

E型コア 半体No.	成形材料 No.	M強度 (kgf)
1 (比較)	1-5(水ガラス)	1.8
2 (比較)	フェライト	3.7
3	3-2	2.7
4	4-2	4.5
5	5-2	7.3

30

【0043】表2に示される結果から、E型のコア半体においても本発明により著しく強度が向上し、フェライトコアと同等以上の強度が得られることがわかる。

【0044】なお、表2に示す各E型コア半体同士を突き合せてE型コアを作製し、これらについてコアロスを測定したところ、用いた成形材料に応じて、表1に示す結果と同様に、本発明によりコアロスが減少することが確認された。

【0045】＜実施例3＞表3に示す粒度分布の鉄粉を用いて成形材料を製造し、各成形材料を用いて実施例1と同様にトロイダル状コアを作製した。各成形材料におけるリン酸量とステアリン酸亜鉛量とは、実施例1の成形材料No. 4-2と同様とした。なお、表3のトロイダルコアNo. 1に用いた鉄粉は、実施例1で用いた鉄粉である。各成形材料の流動度と各コアのコアロスを表3に示す。なお、表3に示す流動度は、JIS Z 2502に基づき、漏斗を使用して測定した。

【0046】

【表3】

トロイダル コアNo.	鉄粉粒度分布			コアロス (kW/m <sup>2</sup> )	成形材料 流動度 (sec/50g)
	D <sub>50</sub> ( $\mu$ m)	125 $\mu$ m 以上 (%)	90 $\mu$ m 以上 (%)		
1	33	0	7	2560	40
2	35	4	6	2810	38
3	38	1	1*	2670	流動せず
4	44	5	12	3380	30
5	48	15*	20	4140	29
6	80*	8	18	4930	28
7	76*	1	3	4700	35
8	112*	38*	71*	5020	28

\*)好ましい範囲をはずれる値

【0047】表3に示される結果から、数平均粒子径D<sub>50</sub>、粒子径125 $\mu$ m以上の粒子の比率および粒子径90 $\mu$ m以上の粒子の比率が本発明範囲内である鉄粉を用いた成形材料は、流動度が良好であり、しかも、このような成形材料を用いたコアでは、コアロスが低いことがわかる。なお、表3のトロイダルコアNo. 3に用いた成形材料は、流動度測定途中で漏斗中において流動しなくなり、測定が不可能となった。ただし、金型中への投入および圧粉は可能であった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の圧粉コアの製造方法の構成例を示すフローチャートである。

【図2】粒子構造を示す図面代用写真であって、リン酸

処理前の鉄粉の表面状態を示す走査型電子顕微鏡写真である。

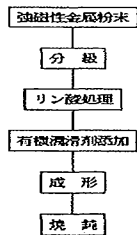
【図3】粒子構造を示す図面代用写真であって、リン酸処理後の鉄粉の表面状態を示す走査型電子顕微鏡写真である。

【図4】粒子構造を示す図面代用写真であって、リン酸処理前の鉄粉の表面状態の詳細を示す走査型電子顕微鏡写真である。

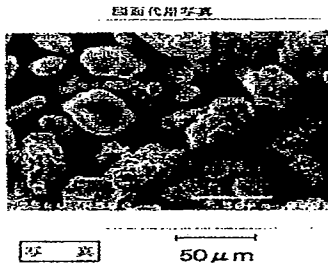
20 【図5】粒子構造を示す図面代用写真であって、リン酸処理後の鉄粉の表面状態の詳細を示す走査型電子顕微鏡写真である。

【図6】粒子構造を示す図面代用写真であって、コアの断面を示す走査型電子顕微鏡写真である。

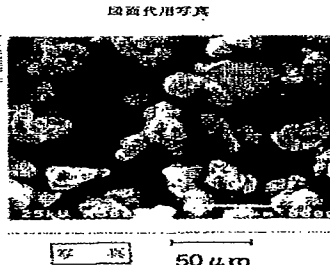
【図1】



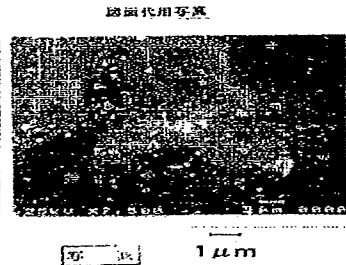
【図2】



【図3】



【図5】





【図4】

図面代用写真

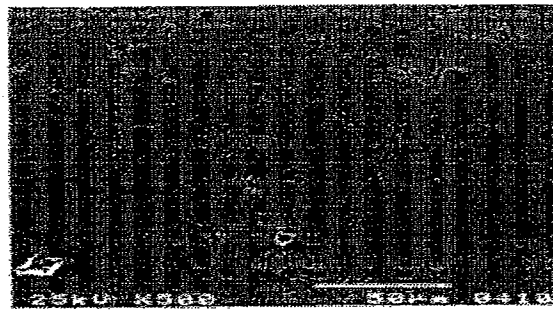


写真

1 μm

【図6】

図面代用写真



写真

50 μm

フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 F 41/02

識別記号

庁内整理番号

D

F I

技術表示箇所